



UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS-UNIPAC
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE BARBACENA
CURSO DE FISIOTERAPIA

CLARISSA DA ROCHA ALVES

GABRIELA ROCHA CABRAL

**TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA TORÁCICA NA BEIRA
DO LEITO NAS UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA NA
MONITORIZAÇÃO PULMONAR:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

BARBACENA

2015

CLARISSA DA ROCHA ALVES

GABRIELA ROCHA CABRAL

**TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA TORÁCICA NA BEIRA
DO LEITO NAS UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA NA
MONITORIZAÇÃO PULMONAR:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado ao curso de Fisioterapia da Faculdade de Ciências da Saúde, da Universidade Presidente Antônio Carlos-UNIPAC, como um dos requisitos parciais para a obtenção do título de bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Marcelo Henrique de Oliveira Ferreira

Co orientador: Patrícia Maria de Melo

BARBACENA

2015

TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA TORÁCICA NA BEIRA DO LEITO NAS UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA NA MONITORIZAÇÃO PULMONAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Clarissa da Rocha Alves¹

Gabriela Rocha Cabral¹

RESUMO

Introdução: A Tomografia de Impedância Elétrica é descrita como um método eficaz para monitorização pulmonar contínua em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). A técnica permite reconstruir imagens de um corte axial dos pulmões de forma não invasiva, onde se obtém uma corrente elétrica alternada classificada como de alta frequência, gerando um mapa de condutividade e resistividade elétrica, que são emitidos nos demais eletrodos, são registrados por sistema de dados e são enviados para um computador. Destacando se por não usar radiação ionizante, oferecendo resultados em tempo real e dinâmico, sem que haja a necessidade de retirar o paciente do leito. A mesma pode se torna útil para auxiliar a ventilação mecânica, pois assegura aos pacientes um recrutamento e uma pressão positiva adequados, consequentemente favorecendo a diminuição do risco de lesões associadas ao ventilador, reduzindo o risco de mortalidades em UTIs. **Objetivo:** Revisar através da literatura científica, a Tomografia de Impedância Elétrica torácica na beira do leito nas unidades de terapia intensiva na monitorização pulmonar, de acordo com suas características de aplicação. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão de literatura, utilizando as bases de dados BVS, MEDLINE e PUB MED, inicialmente foram achados 400 artigos com a palavra chave Tomografia de Impedância Elétrica, utilizando a aplicação do descritor Impedância Elétrica, onde foram encontrados 20 artigos científicos, entre os anos de 2003 a 2015. **Resultados:** Cerca de 33,34% dos estudos relataram como benefício baixo custo do aparelho e, 16,64% compararam o custo do aparelho com outros meios de obtenção de imagens, onde 66,64% citaram uso e benefício, outros 16,64% comparam a avaliação da TIE com outros exames de imagem e, 33,44% discutiram entre alterações pulmonares avaliadas pela TIE, outros 33,34% trazem os parâmetros analisados. **Conclusão:** A tomografia de impedância elétrica é descrita como uma técnica inovadora e útil na avaliação pulmonar, por não ser invasiva e lesiva aos tecidos, além disso pode ser facilmente transportada, de baixo custo e pode ser utilizada à beira do leito, impedindo assim desconexão do paciente aos instrumentos de suporte a vida, o que favorece monitorização e avaliação pulmonar.

Palavras chaves: Impedância Elétrica. Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Ventilação Mecânica. Doença Pulmonar. Monitorização Pulmonar.

¹ Acadêmicas do curso de Fisioterapia na Universidade Presidente Antônio Carlos, Barbacena-MG.

TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA TORÁCICA NA BEIRA DO LEITO NAS UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA NA MONITORIZAÇÃO PULMONAR:

REVISÃO DE LITERATURA

Clarissa da Rocha Alves¹

Gabriela Rocha Cabral¹

ABSTRACT

Introduction: Electrical Impedance Tomography has been described as an effective method for continuous pulmonary monitoring in Intensive Care Units (ICUs). The technique allows to reconstruct images of an axial section of the lungs noninvasively, where you get an alternating electrical current classified as high frequency, generating conductivity and electrical resistivity map, which are issued in other electrodes are recorded by system and data are sent to a computer. Highlighting is to not use ionizing radiation, providing dynamic and results in real time, without the need to remove the bedside. The same can be handy to assist mechanical ventilation, it ensures patients a recruitment and a suitable positive pressure, thus helping reduce the risk of injury associated with the fan, reducing the risk of mortality in ICUs. **Objective:** To review through the scientific literature, the Electrical Impedance Tomography chest at the bedside in intensive care units in lung monitoring, according to application. **Methods:** A literature review was performed using the VHL databases, MEDLINE and PUB MED, were initially found 400 articles with the keyword Electrical Impedance Tomography using the application descriptor Electrical Impedance, where they found 20 scientific articles, among years 2003 to 2015. **Results:** Approximately 33.34% of the studies reported as benefit low cost of the device and 16.64% compared with the unit cost other means of imaging, where 66.64% cited use and benefit, other 16.64% compare evaluating the TIE with other imaging studies, and 33.44% discoursed between lung disorders evaluated by TIE, other 33.34% bring the analyzed parameters. **Conclusion:** The electrical impedance tomography is described as an innovative and useful technique in pulmonary evaluation, for not being invasive and harmful to tissues also can be easily transported, inexpensive and can be used at the bedside, thus preventing disconnection the patient to the instruments of life support, which favors monitoring and pulmonary evaluation.

¹ Acadêmicas do curso de Fisioterapia na Universidade Presidente Antônio Carlos, Barbacena-MG.

1 INTRODUÇÃO

A Tomografia de Impedância Elétrica (TIE), surgiu em meados dos anos 80. O termo teve origem da teoria do circuito que trata a relação da tensão através de um elemento do circuito corrente, onde se utiliza como princípio físico a impedância que avalia as propriedades de diferentes tecidos, transmitindo informações de forma não invasiva, contínua e sem radiação (RIERA *et al.*, 2011 ; SILVA & LIMA, 2012).

Nos últimos anos, cerca de 30-50% das admissões em Unidade de Terapia Intensiva (UTIs), vêm se utilizando da ventilação mecânica artificial. Alguns pacientes com distúrbios na ventilação regional pulmonar, na maioria das vezes, apresentam lesões associadas a ventilação (VICTORINO, 2003).

Diante deste fato a TIE é considerada uma alternativa satisfatória para a monitorização pulmonar contínua em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), por se tratar de uma técnica que permite avaliar o recrutamento alveolar de diferentes regiões. E essa monitorização permite ver em tempo real o nível adequado de pressão e volume corrente, verificando as áreas mais ventiladas, diminuindo risco de colapso pulmonar, o que pode favorecer a redução do risco de mortalidade em UTIs. O exame permite fornecer informações dos casos de atelectasia, hiperinsuflação dinâmica, recrutamento alveolar mecânica pulmonar e para os ajustes de parâmetros ventilatórios e a otimização do suporte ventilatório (SILVA, 2008; MARINHO *et al.*, 2013; BITENCURT, 2006).

A TIE é constituída de uma cinta com eletrodos, colocada na superfície do corpo em torno da secção transversal do tórax, no ponto em que o avaliador quer observar. Neste local, aplica-se uma corrente elétrica que é propagada para um par de eletrodos e os potenciais emitidos nos demais eletrodos através da cinta, onde cada eletrodo capta uma imagem de parte do pulmão, que vão ser medidas e registradas por um sistema de dados e emitidas na tela de um computador. Caracteriza-se por ter várias possibilidades de baixo custo e de fácil manipulação, sem que haja a necessidade da retirada do paciente do leito e dos instrumentos de assistência à vida. A avaliação das imagens radiológicas, pode ser verificada em relação às respostas do pulmão, de acordo com as medidas terapêuticas usadas em cada ciclo de respiração (LIMA, 2006; MARINHO *et al.*, 2013; RIBEIRO *et al.*, 2014; FONTORA, 2008; BIKKER *et al.*, 2009).

Portanto, o presente estudo teve por objetivo descrever através de uma revisão de literatura, sobre a utilização da Tomografia de Impedância Elétrica torácica na beira do leito nas unidades de terapia intensivas na monitorização pulmonar.

2 METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados MEDLINE (*National Library of Medicine*), e BVS (Biblioteca virtual da Saúde), PUB MED (*Medical Subject Headings*). Realizou-se uma busca inicial com a palavra Tomografia de Impedância Elétrica (TIE), onde foram encontrados 400 artigos. Os critérios para seleção de artigos adotados foram: artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais no período de 2003 a 2015; artigos indexados com as palavras-chave ou descritores de saúde: Unidade de Terapia Intensiva (UTI), Tomografia por Impedância Elétrica (TIE), Ventilação Mecânica, Doença Pulmonar, Impedância Elétrica, monitorização pulmonar, *Intensive Care Unit* (ICU), *Electrical Impedance Tomography* (EIT), *Electrical Impedance*, *Mechanical Ventilation*, *Lung Disease e pulmonary monitoring*. Após a filtragem com aplicação dos DECs (Descritores em Ciência da Saúde) Impedância Elétrica e últimos 12 anos, onde foram encontrados 20 artigos no total. Sendo que 17 artigos são revisões bibliográficas, teses e dissertações, 3 estudos experimentais, ressaltando que somente 2 usaram amostras significativas em pacientes e 1 constitui-se de um relato de caso. Dentre eles, 15 eram da língua portuguesa, 3 em espanhol e 2 em inglês. Desta forma, entre os 20, foram selecionados 12 artigos, para o levantamento dos resultados e discussão do presente estudo, os quais abordavam os temas, comparação de custo com outros aparelhos, uso e benefícios, doenças, monitorização, e comparação da TIE com outros aparelhos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 12 artigos, apresentados nas tabelas a seguir:

A tabela 01, apresenta 04 deles (33,34%), onde retratavam sobre o baixo custo da Tomografia de Impedância Elétrica, dentre esses, 02 estudos (16,64%) tratavam acerca da comparação com outros equipamentos de imagem em relação a valores.

Tabela 01: Relação do custo da Tomografia de Impedância Elétrica com outros aparelhos.

AUTOR	CUSTO	COMPARAÇÃO DE CUSTO DE OUTROS APARELHOS
Fontoura <i>et al.</i> , 2008	Baixo custo.	*NDA
Menin & Artioli, 2010	Baixo custo.	Tomógrafo de impedância elétrica custa em torno de US\$ 10 mil, enquanto um aparelho de tomografia computadorizada pode chegar a US\$ 1 milhão.
Gonzáles <i>et al.</i> , 2010	Baixo custo.	*NDA
Santos <i>et al.</i> , 2011	Baixo custo.	Projeto IMPETOM está longe de alcançar as características da tomografia de impedância que é o baixo custo.

*NDA - Não Descrito pelos Autores.

Fonte: Alves & Cabral, 2015.

Fontoura *et al.*, (2008); Gonzáles *et al.*, (2010); Menin & Artioli (2010); Santos *et al.*, (2011) destacam que a Tomografia de Impedância Elétrica (TIE) possui baixo custo quando comparada a outros equipamentos de imagiologia médico. Porém, Santos *et al.*, (2011) relatam que o projeto de IMPETOM é um protótipo melhorado da TIE, e que está longe de alcançar a característica de baixo custo.

A tabela 02 demonstra que 08 estudos (66,64%) descrevem sobre os benefícios e uso da aplicação da TIE, e o principal relato apresentado pelos autores está relacionado a TIE ser considerada não invasiva e não oferecer radiação.

Tabela 02: Relação de uso e benefício da Tomografia de Impedância Elétrica.

AUTOR	USO	BENEFÍCIOS
Fontoura <i>et al.</i> , 2008	Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e beira do leito.	Técnica não invasiva, não lesiva aos tecidos, portátil.
Silva, 2008	Unidade de Terapia Intensiva (UTI).	Não há necessidade da retirada do paciente do leito e de seus equipamentos de assistência a vida e sem expor a radiação.
Menin & Artioli., 2010	Beira do leito.	De fácil instalação, portabilidade, manutenção e transporte.
Gonzáles <i>et al.</i> , 2010	*NDA	Portabilidade e fácil manipulação.
Santos <i>et al.</i> , 2011	*NDA	Baixo custo, não invasiva e de radiação não ionizante.
Marinho <i>et al.</i> , 2013	Unidade de Terapia Intensiva (UTI).	Não invasiva, por ser utilizado diversas vezes em um mesmo paciente, não oferece radiação ,equipamento portátil.
Bikker <i>et al.</i> , 2009	*NDA	Técnica não invasiva, e não emite radiação.
Garcia <i>et al.</i> , 2013	*NDA	Técnica não invasiva, portátil, livre de radiação ionizante.

*NDA - Não Descrito pelos Autores

Fonte: Alves & Cabral, 2015.

Menin & Artioli (2010); Santos *et al.*, (2011); Gonzáles *et al.*, (2010); Marinho *et al.*, (2013); Silva (2008); Fontoura *et al.*, 2008; Bikker *et al.*, (2009) Garcia *et al.*, (2013); descrevem como principal benefício a facilidade de instalação, portabilidade, manutenção e transporte, por ser não invasiva e não fornecer radiação. A TIE se destaca pelo fato de poder ser aplicada por longos períodos de tempo no mesmo paciente, ocasionando um monitoramento em tempo real e constante, podendo ser utilizada na beira do leito, sem retirada de seus instrumentos de assistência a vida (figura 01).

Figura 01- A TIE na beira do leito

Fonte: Drager Medical (2009)

Diante dos achados, o presente estudo demonstra na tabela 03, que 04 estudos (33,34%) descreveram a relação da TIE e sua associação a quadros de doenças pulmonares, onde a técnica de imagem já foi aplicada, como destaque a Lesão Pulmonar Aguda.

Tabela 03: Alterações Pulmonares mais exploradas pela TIE.

AUTOR	DOENÇAS
Marinho <i>et al.</i> , 2013	Atelectasia, hipersuflação dinâmica, recrutamento alveolar e avaliação da mecânica pulmonar aguda.
Marinho <i>et al.</i> , 2013	Lesão pulmonar aguda, carcinoma brônquico, edema pulmonar, pneumotórax, enfisema pulmonar e analisar posicionamento do tubo endotraqueal.
Rudnicki <i>et al.</i> , 2015	Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA).
Rieira <i>et al.</i> , 2011	Lesão pulmonar aguda.

Fonte: Alves & Cabral, 2015.

Segundo Marinho *et al.*, (2013) a TIE permite a avaliação da ventilação pulmonar, fornecendo informações de casos de atelectasia, hiperinsuflação dinâmica, recrutamento alveolar e avaliação da mecânica pulmonar. Marinho *et al.*, (2013); Rieira *et al.*, (2011) descrevem que a TIE já foi utilizada para avaliar doenças, como a Lesão Pulmonar Aguda, Carcinoma Brônquico, Edema Pulmonar, Pneumotórax, Enfisema Pulmonar e para observar o posicionamento do tubo traqueal; Rudnicki *et al.*, (2015) descreveram a utilização na Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA) onde foram avaliados a ventilação pulmonar e a distribuição regional de ar. Desta forma, os autores explicam que a TIE pode

ser uma escolha adequada para auxiliar nos parâmetros ventilatórios, ocasionando uma melhor troca gasosa.

Quando foi feita a comparação da TIE com outros equipamentos, 2 autores (16,64%) destacam que TIE tem melhor avaliação e resultado.

Tabela04: Comparação entre a Tomografia de Impedância Elétrica com outros equipamentos.

AUTOR	OUTROS EQUIPAMENTOS	RESULTADO
Balleza <i>et al.</i> , 2007	Tomografia de impedância elétrica x Pneumotacômetro.	A TIE tem melhor resultado para avaliação pulmonar.
Marinho <i>et al.</i> , 2013	Tomografia de impedância elétrica x Cintilografia.	Os resultados obtidos são similares, porém a TIE permite uma avaliação dinâmica e sem radiação.

Fonte: Alves & Cabral, 2015.

Balleza *et al.*, (2007) compara a TIE, sinal de volume e tempo medido com Peumotacômetro que é um espirômetro capaz de medir as mudanças de temperatura e umidade, com 13 pacientes saudáveis. O autor avaliou e descreveu que TIE apresentou resultados satisfatórios em termos de avaliação por ser exame de imagem em tempo real. Contudo Marinho *et al.*, (2013) demonstram um relato de caso com uma paciente do sexo feminino, 53 anos, não tabagista, com histórico de tuberculose e dispnéia progressiva, há três anos, comparando os achados da tomografia de Impedância Elétrica com a Cintilografia. Os resultados obtidos pelos dois exames foram similares, porém a Tomografia de Impedância Elétrica se destacou com a vantagem de possuir uma melhor avaliação dinâmica sem emitir radiação.

A tabela 05 apresentam dados entre os resultados, onde 4 autores (33,34%) demonstraram os parâmetros possíveis de serem avaliados pela TIE.

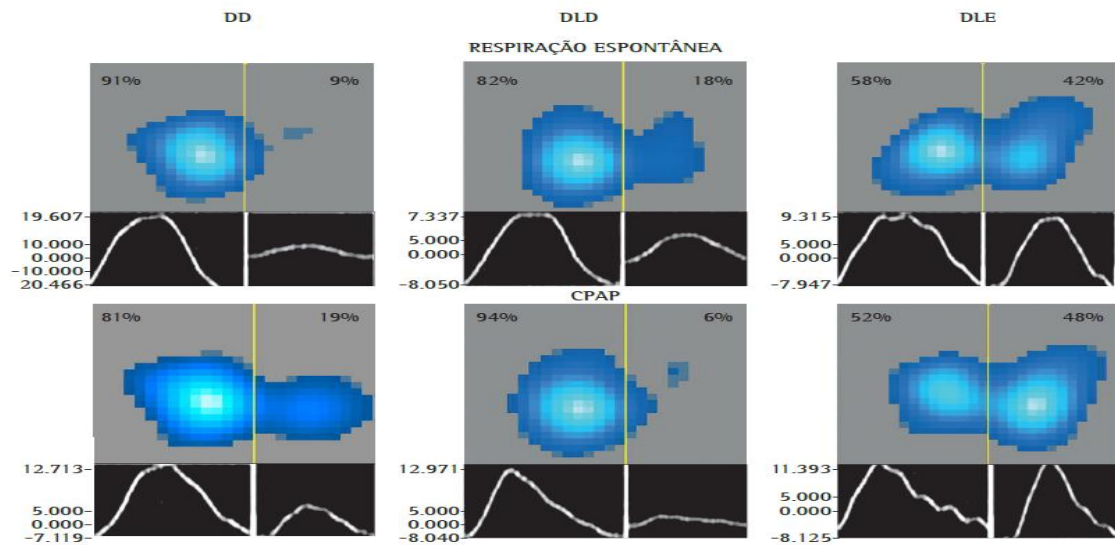
Tabela 05: Estudos que descreveram os Parâmetros analisados e auxiliados pela Tomografia de Impedância Elétrica

AUTOR	MONITORIZAÇÃO
Fontoura, 2008	Recrutamento alveolar, pressão positiva e volume corrente.
Rieira <i>et al.</i> , 2011	Distribuição de ar nos pulmões, regiões pulmonares, ventilação e perfusão.
Hovnanian <i>et al.</i> , 2011	Circulação pulmonar.
Marinho <i>et al.</i> , 2013	Distribuição da ventilação regional dentro dos pulmões.

Fonte: Alves & Cabral, 2015.

Marinho *et al.*, (2013), apresentam comentários que TIE pode ser um excelente recurso para avaliar a distribuição da ventilação regional pulmonar, enquanto Rieira *et al.*, (2011) destaca o achado do estudo acima que a TIE é um equipamento que monitora a distribuição de ar dentro dos pulmões, e também detecta perfusão pulmonar e as características regionais pulmonares. Hovnanian *et al.*, (2011) acrescenta que a TIE pode ser um método ótimo para verificar a circulação pulmonar, e Fontoura (2008) faz considerações que além de permitir avaliar o recrutamento alveolar, também monitora a pressão positiva e o volume corrente, adquirindo assim informações da ventilação regional do pulmão, além de fluidos e conformidades das curvas que são demonstrados a partir da reconstrução de imagens TIE (Figura 02).

Figura 02- Mapa funcional da distribuição da ventilação regional através da tomografia de impedância elétrica nos decúbitos (DD), lateral (DLD) e esquerdo (DLE). E na parte inferior da imagem, curvas de pletismografia da variação da impedância elétrica.



Fonte: Marinho *et al.*, 2013.

Marinho *et al.*, (2013) trazem em seu estudo que a técnica amplamente explorada para detectar a distribuição pulmonar regional; Silva (2008), esse método visa verificar as respostas do pulmão de acordo com as medidas terapêuticas utilizadas durante cada ciclo respiratório, monitorando assim, as várias complicações que possam surgir em pacientes em UTIs.

5 CONCLUSÃO

A tomografia impedância elétrica (TIE) trata-se de um exame, que vem sendo considerado atrativo pelo fato de ser de baixo custo em relação aos outros aparelhos de imagens, e por permitir uma avaliação e monitorização pulmonar contínua dos pacientes em UTIs. Ela permite uma avaliação do recrutamento alveolar regional, tornando-se útil no ajuste de ventilação mecânica em pacientes com distúrbios respiratórios agudos e em outras doenças respiratórias, portanto a Técnica deve ser estudada em relação a outras alterações pulmonares.

Além disso, a TIE se destaca pelo fato de não haver a necessidade da retirada do paciente do leito, dos instrumentos de assistência à vida, não expor o paciente a radiação, e não ser invasiva, oferecendo resultados em tempo real. É um equipamento portátil, de fácil instalação e manutenção e de grandes benefícios.

O aparelho de TIE possui duas finalidades, que é auxiliar a ventilação mecânica oferecendo ao pulmão uma ventilação mais protetora, e a TIE poderá prevenir complicações geradas ao paciente, pelo longo tempo sob uso de ventilação artificial, principalmente aos que necessitam de monitorização constante. Porém, a TIE apesar de ser um exame muito explorado e mostra-se com resultados cada vez melhores em relação a outros aparelhos de imagem, a TIE não é considerada por alguns autores como o único método de diagnóstico por imagem, pois não substitui os achados da tomografia computadorizada e raios-x.

Hoje a TIE é um método explorado no meio clínico tanto pelo fato de realizar uma avaliação satisfatória e de bons resultados, em relação a monitorização e diagnóstico clínico, quanto ao custos e benefícios que essa técnica oferece.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLEZA, M., *et al.* Seguimiento del patrón ventilatorio en reposo mediante tomografía por impedancia eléctrica. **Arch Bronconeumol.** 2007;43(6):300-3.
- BIKKER, I.G., *et al.* Lung volume calculated from electrical impedance tomography in ICU patients at different PEEP levels. **Intensive Care Med** (2009) 35:1362–1367.
- BITENCOURT, W. S. . Recrutamento Alveolar: Indicações e Técnicas. In: Ismar Lima Cavalcanti; Fernando Antônio de Freitas Cantinho; Alexandra Rezende Assad. (Org.). **Medicina Perioperatória**. 1ed.Rio de Janeiro: Sociedade de Anestesiologia de Rio de Janeiro, 2006, v. , p. 921-925.
- FONTOURA, I.S. *et al.*, Tomografia por bioimpedância elétrica: uma alternativa para monitoração pulmonar contínua em unidades de terapia intensiva [revisão]. Disponível em <www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosEPG/EPG00320_02_A.pdf> Acesso em: 14 abril.2015
- GARCIA, F.D., *et al.* Algoritmo de reconstrução de imagens para um sistema de Tomografia por Impedância Elétrica (TIE) baseado em configuração multiterminais. **Rev. Bras. Eng. Biom.**, v. 29, n. 2, p. 133-143, jun. 2013.
- GONZÁLES, R., *et al.* Tomografia de impedância elétrica aplicada a análise de imagens – revisão preliminar. **VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, 18 a 21 de Agosto 2010, Campi na Grande – Paraíba.
- GURGEL, R. R ., *et al.* Método de escolha da pressão positiva ao final da expiração utilizando imagens de Tomografia de Impedância Elétrica. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica** – CBEB 2014.
- HOVNANIAN, A., *et al.* O papel dos exames de imagem na avaliação da circulação pulmonar. **J Bras Pneumol.** 2011;37(3):389-403.
- LIMA, C. R. **Estudo da obtenção de imagens de tomografia de impedância elétrica do pulmão pelo método de otimização topológica**. Tese (Doutorado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2006.
- LIMA, I. F. Tomografia por Bioimpedância Elétrica:Uma alternativa para monitoração pulmonar contínua em unidades de terapia intensiva. 2008. Revista Interfisio. Disponível em: <<http://interfisio.com.br/?artigo&ID=334&url=Tomografia-por-Bioimpedancia-Eletrica-Uma-alternativa-para-monitoracao-pulmonar-continua-em-unidades-de-terapia-intensiva>> . Acesso em: 12 maio. 2015.
- MARINHO, L. S. *et al.* Avaliação da ventilação pulmonar regional por tomografia de impedância elétrica em paciente com estenose brônquica unilateral pós-tuberculose. **J Bras Pneumol.** 2013;39(6):742-746.
- MARINHO, L.S. *et al.* Tomografia de Impedância Elétrica: Novo método de Avaliação Pulmonar. **RevFisioter S Fun. Fortaleza**, Jul-Dez; 2(2): 4-6;2013.

MENIN, O.H.; ARTIOLI, V.R. Tomografia de Impedância Elétrica: uma nova técnica de imageamento em medicina. **Revista Iluminart** – ISSN : 1984-8625 – Número 5 – Agosto de 2010 - IFSP – Campus Sertãozinho.

RIBEIRO, R.R. *et al.* Reconstrução de imagens de tomografia por impedância elétrica usando evolução diferencial modificada. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica** – CBEB; 2014.

RIERA, P., *et al.* Tomografía de impedancia eléctrica en la lesión pulmonar aguda. **J. medin.** 2011.05.005.

RUBERT, W.A; MOURA, C. S. Estudo sobre Impedância elétrica volta para TIE. **X Salão de Iniciação Científica** – PUCRS, 2010.

RUDNICKI, M. S., *et al.* Assessment of regional ventilation in acute respiratory distress syndrome by electrical impedance tomography. **Anaesthesiol Intensive Ther** 2015, vol. 47, no 1, 77–81.

SANTOS, E., *et al.* Tomografía de impedancia eléctrica para el seguimiento Del edema de pulmón: estado del arte y propuesta del proyecto IMPETOM. **XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería SABI** 2011.

SILVA, J. P. C; LIMA, C. R. **Estudo da Aplicação da Tomografia por Impedância Elétrica à Ensaios não Destrutivos de Estruturas Aeroespaciais**. Disponível em: UFABC <http://ic.ufabc.edu.br/II_SIC_UFABC/resumos/paper_5_212.pdf>. Acesso em: 4 maio. 2015.

VICTORINO, J. A. **Tomografia de impedância elétrica**: validação da ventilação regional através da tomografia computadorizada. 2003. 150 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.